

Greenhouse Effect and Mechanisms of Kyoto Protocol

Bukvić, Rajko and Petrović, Dragan

Geographical Institute „Jovan Cvijić" SASA, Belgrade (Serbia), Institute for International Politics and Economy, Belgrade (Serbia)

2017

Online at https://mpra.ub.uni-muenchen.de/76451/
MPRA Paper No. 76451, posted 27 Jan 2017 14:36 UTC

VISIT…

LANZAROTE

Caliente.COM

ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ И РЫНОЧНЫЕ МЕХАНИЗМЫ КИОТСКОГО ПРОТОКОЛА

Райко М. Буквич, доктор экономических наук, профессор
Научный советник, Географический институт Йован Цвиич САНИ, Белград (Сербия)
Почётный профессор, Нижегородский инженерно-экономический университет, Княгинино (Россия)
E-mail: r.bukvic@mail.ru
Драган Р. Петрович*, доктор географических наук, доктор исторических наук*
Высший научный сотрудник, Институт международной политики и экономики, Белград (Сербия)
E-mail: drdraganpetrovic83@gmail.com

Аннотация. Статья рассматривает проблему парниковых газов (ПГ), и сокращения их выбросов. Эмиссия ПГ считается одной из главных антропогенных причин роста концентрации углерода в атмосфере, и впоследствии глобальных климатических перемен. С времени Индустриальной революции эмиссия ПГ в атмосферу достигла 300 гигатонн углерода. Борьба с атмосферным загрязнением пока шла тремя путями: административное регулирование, система экономических механизмов и формирование рыночных отношений. Во второй половине XX века для решения проблем были предложены многие схемы создания рыночного механизма, считающегося более подходящим во многих отношениях. Эти усилия особенно увеличились в последнем десятилетии XX века, и наконец Киотский протокол в 1997 году поддержал несколько так называемых гибких механизмов: торговля квотами (квотирование и торговля), проекты совместного осуществления и механизмы чистого развития, которые были разработаны в 2001 году в Марракеше. Но, несмотря на все эти усилия, в течение первого периода их применения (2008–2012) выбросы углерода в атмосферу возросли. В настоящее время мировой «углеродный» рынок идёт к развитию национальных, региональных и субрегиональных систем регулирования, но при сохранении международного сегмента (системы РКИК ООН). Конференция в Дохе в 2012 году дополнила и уточнила те условия, в которых Стороны Конвенции будут выстраивать свою климатическую политику в следующие годы. Ведущая тенденция (перенос акцентов на региональные, субрегиональные и национальные системы регулирования) сохранилась, но сохранилась и «киотская» система, которая на новом этапе будет играть роль переходной на пути к новому ожидающемуся глобальному соглашению.

Ключевые слова: парниковый эффект, парниковые газы (ПГ), антропогенные влияния, Киотский протокол, рынки углерода, гибкие механизмы

Тема климатических перемен в течение последних десятилетий стала одной из самых острых и самых эксплуатируемых в науке, особенно в научных спорах. При этом, исключительно важным ставится вопрос климатических перемен вызванных человеческой (антропогенной) деятельностью. Глобальное потепление, именно как выражение этих перемен, при этом антропогенного происхождения, стало одной из самых популярных фраз, как бы сочетающих в себе и научную и пропагандистскую составляющую. Хотя она должна была возникнуть в рамках общих проблем охраны окружающей среды и даже и сейчас там находиться, всё-таки кажется, что она до такой степени обособилась, что связь с другими проблемами почти потерялась и что она стала как бы самостоятельной и самодостаточной проблемой (даже дисциплиной?). Начиная с появления книги «*Границы роста»* [1], проблемы таяния глетчеров, роста уровня морей, озоновой дыры, эффекта парниковых газов и другие стали предметом многочисленных исследований, и в ещё большей степени просто оружием пропагандистов разных лобби, ставивших своими целями как бы спасение окружающей среды, даже целого человечества и планеты.

Проблема загрязнения атмосферы, конечно, не является мнимой и вообще не нова – в течение нескольких предыдущих десятилетий она не раз рассматривалась и в научном и в политическом аспектах. Она проявляется в реальной концентрации углерода (через выбросы парниковых газов, ПГ) и других веществ в атмосфере. С точки зрения человеческой, антропогенной деятельности, эта проблема особенно проявляется в период Индустриальной революции, по сегодняшний день, имея в виду, что эти ПГ возникают не только естественным образом, но и в результате жизнедеятельности человека, причём в постоянно увеличивающемся объёме. Считается, что с момента начала Индустриальной революции, примерно до конца XX века

в атмосферу выброшено около 300 гигатонн углерода (GtC)[1], причём в официальных документах 3 и 4 отчётов IPCC как верхняя граница фигурирует 670 гигатонн. Такие масштабы его выбросов являются одним из ключевых аргументов в пользу гипотезы об антропогенных причинах изменения климата. Подобные гипотезы не раз доказывались и опровергались, и мы ими здесь не будем заниматься. Упомянем только, что ещё во времена появления «*Границ роста»* велись дискуссии о изменении климата, причём они тогда были намного разнообразнее, чем сегодня – уже в наше время появилось в среде скептиков что-то наподобие мифа о существовании в те времена как бы консенсуса о предстоящем глобальном похолодании.[2] Всё-таки, даже учитывая это почти единогласие, какое сегодня существует, мы должны заметить, что существует великое несогласие между огромным количеством учёных, поддерживающих теорию (человеческих причин) больших климатических перемен[3] и маленьких реальных перемен – фактом, что средняя глобальная температура в XX веке выросла всего на 1,1°F (т. е. 0,605°C) [5].

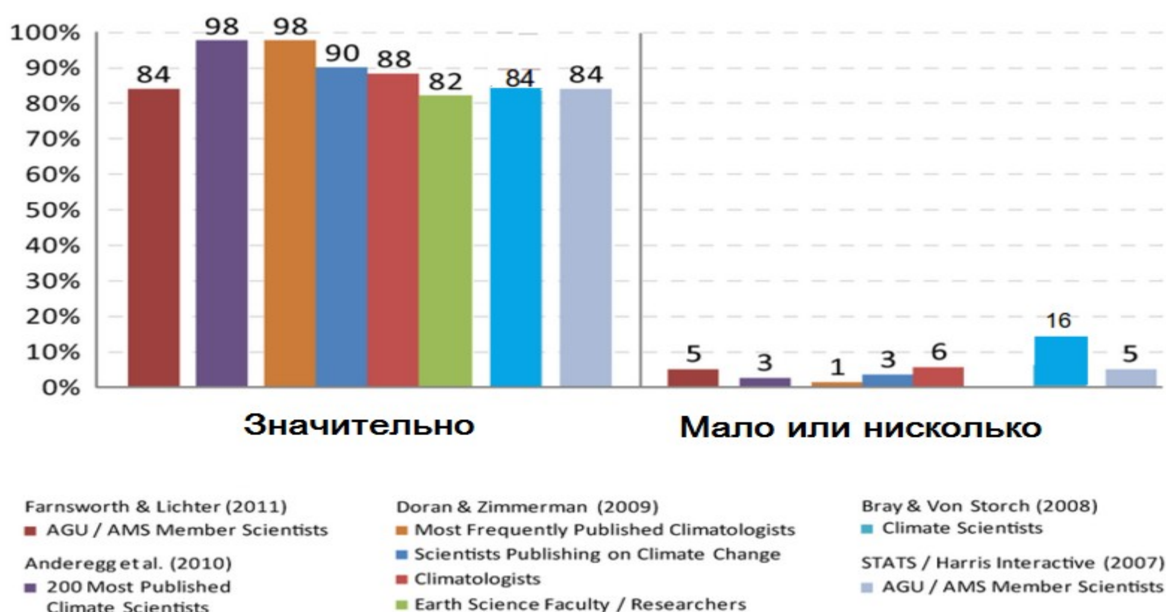


Рисунок 1 – Современные мнения учёных о влиянии человека на климатические перемены
Источник: [13]

Парниковый эффект

В доступной, даже популярной, литературе, можно прочитать, что идею о механизме парникового эффекта впервые изложил в 1827 году Жозеф Фурье в статье «Записка о температурах земного шара и других планет» [18]. В этой статье он рассматривал различные механизмы формирования климата Земли, в том числе и факторы, влияющие на общий тепловой баланс Земли (нагрев солнечным излучением, охлаждение за счёт лучеиспускания, внутреннее тепло Земли),

[1] Данные Межправительственного совета по изменению климата (IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change), приведенные в: [2].

[2] Особенно популярным в наши дни стала статья из 1975 года [3], предупреждающая, что человечеству грозят климатические перемены приводящие к похолоданию. Конечно, как показано в [4], несмотря что это не было таким исключением среди тогдашних учёных, согласие в этом вопросе (грозящем похолодании), всё-таки, тогда не существовало.

[3] Среди большого числа таких исследований, часто приводится несколько. В одном из последних, охватившем публикации 1.372 исследователей климатических перемен, Андерегг и соавторы [8] показывают, между прочим, что 97–98% исследователей поддерживают положения IPCC, т.е. значимость антропогенного влияния на климат. Похожие результаты, с применением других методологических подходов, получили Доран и Цимерман [9], Фарнсворт и Лихтер [10], Кук и соавторы [11], Брэй и фон Шторх [12] и другие. Суммарный обзор тех положений дан на рис 1. Следует подчеркнуть, что этот рисунок, и мнения которые он выражает, не являются доказательством чего-либо, они только показывают соответствующие мнения более или менее влиятельных и чтимых авторитетов.

также и факторы, влияющие на теплоперенос и температуры климатических поясов (теплопроводность, атмосферная и океаническая циркуляция). Фурье при этом не рассматривал в качестве значимого фактора тепло, выделяемое в результате человеческой активности.

При рассмотрении влияния атмосферы на радиационный баланс Фурье анализировал опыт М. де Соссюра[4] с зачернённым изнутри сосудом, накрытым стеклом. Тот измерял разность температур внутри и снаружи такого сосуда, выставленного на прямой солнечный свет. Фурье объяснил повышение температуры внутри такого «мини-парника» по сравнению с внешней температурой действием двух факторов: блокированием конвективного теплопереноса (стекло предотвращает отток нагретого воздуха изнутри и приток прохладного снаружи) и различной прозрачностью стекла в видимом и инфракрасном диапазоне.

Второй фактор (различная прозрачность стекла в видимом и инфракрасном диапазоне) получил в позднейшей литературе название парникового эффекта: повышение температуры нижних слоёв атмосферы планеты по сравнению с эффективной температурой, то есть температурой теплового излучения планеты, наблюдаемого из космоса. Поглощая видимый свет, поверхность сосуда нагревается и испускает тепловые (инфракрасные) лучи. Поскольку стекло прозрачно для видимого света и почти непрозрачно для теплового излучения, то накопление тепла ведёт к такому росту температуры, при котором количество проходящих через стекло тепловых лучей достаточно для установления теплового равновесия.

Фурье считал, что оптические свойства атмосферы Земли аналогичны оптическим свойствам стекла, то есть её прозрачность в инфракрасном диапазоне ниже, чем в оптическом. Однако, количественные данные по поглощению атмосферы в инфракрасном диапазоне долгое время являлись предметом дискуссий. Решающий вклад в этом вопросе получил в 1896 году Сванте Аррениус [19], шведский физико-химик, рассчитав коэффициенты поглощения инфракрасного излучения водяным паром и углекислым газом в атмосфере, также и изменения температуры Земли при вариациях концентрации углекислого газа. Аррениус является и автором гипотезы, что снижение концентрации в атмосфере углекислого газа может являться одной из причин возникновения ледниковых периодов.

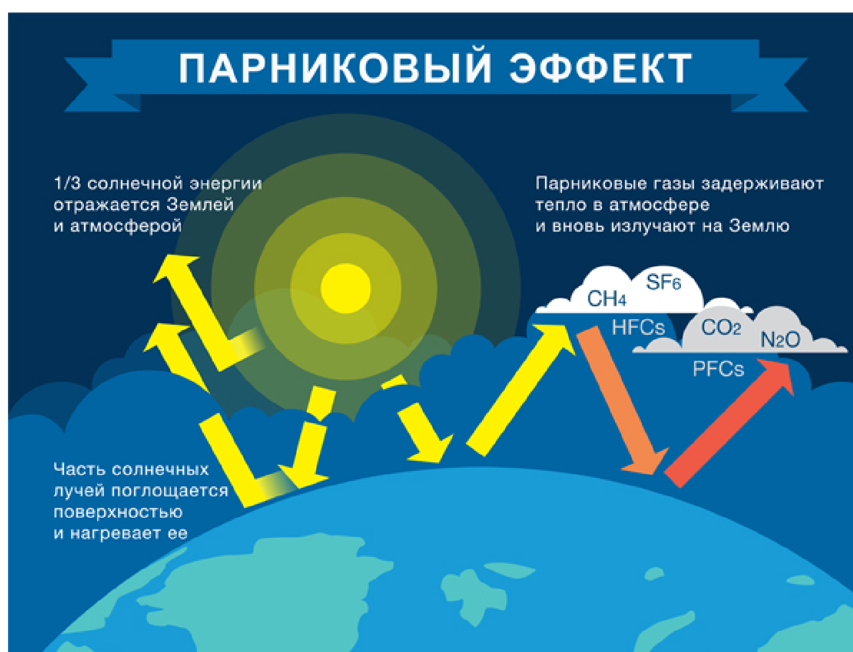


Рисунок 2 – Парниковый эффект

Источник: [20]

Механизм парникового эффекта можно описать так (см. рис. 2). Солнечные лучи, достигая Земли, поглощаются поверхностью почвы, растительностью, водной поверхностью и др. Нагретые поверхности отдают тепловую энергию снова в атмосферу, но уже в виде длинноволнового

---

[4] Но, никак не Ф. Де Соссюра, как написано в русской Википедии (и на многих других сайтах, попросту переписывающих один другого).

излучения. При этом, атмосферные газы (кислород, азот, аргон) не поглощают тепловое излучение с земной поверхности, а рассеивают его. Однако, в атмосфере накапливаются также и углекислый газ, угарный газ, различные углеводороды (метан, этан, пропан и др.), которые не рассеивают, а поглощают тепловое излучение, идущее от поверхности Земли. Возникающий таким образом экран и приводит к появлению парникового эффекта – глобального потепления. Между прочим, это газы возникают и накапливаются в результате сжигания горючих ископаемых и других производственных процессов, что и является аргументом сторонников гипотезы о антропогенном происхождении климатических перемен.



Рисунок 3 – Структура источников общемирового выброса углерода (%)
Источник: [6]

Согласно [2] и другим источникам (см. например: [6]), стабилизация атмосферной концентрации углерода с 280 в доиндустриальный период на уровне около 450 на миллион (по объёму), что повлекло бы с вероятностью около 50 % прирост глобального потепления на 2°C, означала бы кумулятивный выброс углерода с времён Индустриальной революции до приведённых 670 GtC. Исходя из этих расчётов, как своего рода «атмосферный резерв» человечеству остаётся около 370 GtC. Оно его должно «распределить» по времени, также и между государствами и предприятиями, учитывая между прочим производство и потребление энергии, также и факты выброса углерода в разных веществах, даже не только в так называемых ПГ, хотя они являются самыми важными. Среди самых ПГ доля CO2 составляет 80–90%, а основной объём выбросов приходится на энергетическую сферу. Доля сжигания ископаемого топлива составляет 98,6% в общих выбросах углекислого газа по России, аналогичная ситуация характерна и для мира в целом [7]. По оценкам Мирового энергетического совета (World Energy Council, WEC), ко времени подготовки саммита в Киото ежегодный прирост потребления первичной энергии в мире составит 2–3% и к 2020 г. энергопотребление должно будет возрасти на 50–70%, а в условиях сложившейся структуры мирового топливно-энергетического баланса и увеличение в три раза выбросов CO2 в атмосферу, из-за чего концентрация CO2 может даже удвоиться [7].

Таблица 1 – Глобальные потенциалы потепления парниковых газов

Газ	ГПП (на основе мола)	ГПП (на основе веса)
CO2	1,0	1,0
CO	1,4	2,2
CH4	3,7	10
N2O	180	180
HCFC-22	810	410
CFC-11	4.000	1.300
CFC-12	10.000	3.700

Источник: [14]

По состоянию на 2000 год, согласно известному обзору Стерна, структура источников выброса парниковых газов на мировом уровне показана на рис. 3. Конечно, в разных странах эта структура является различной, в зависимости от их природных условий, развитости экономики в целом, и промышленности и энергетического сектора в частности, и других факторов. Главными парниковыми газами являются диоксид углерода, carbon dioxide CO2; метан, methane CH4; закись азота, nitrous oxide N2O; гидрофторуглероды, hydrofluorocarbons ГФУ, HFCs; перфторуглероды, perfluorocarbons ПФУ, PFCs; and гексафторид серы, sulfur hexafluoride SF6.

Эти парниковые газы имеют различные потенциалы глобального влияния (табл. 1). Конечно, приведённые данные относятся к одной из возможных метрик, другие подходы отличают другие результаты. Согласно подходу обоснованному на измерении GWP, если потенциал углерода обозначить единицей, тогда потенциалы других газов равны – метан 21, закись азота 310, перфторуглеродов 6.500, гидрофторуглеродов 11.700, и сульфурфторидов 23.900, как это установлено в период подготовки Киотской Конференции (см. [14], [15]), когда был принят подход, учитывающий 100-летний горизонт, и выбран показатель GWP – Global Warming Potential (ГПП – глобальный потенциал потепления). Приведённые величины немного отличаются от исходных, данных в работе [14], тоже от данных (результатов) в других работах, но это для нас не имеет существенного значения.

Таблица . Десять крупнейших эмитеров парниковых газов, согласно различным метрикам

Ранг	GWP20	GWP100	GTP20	GTP50	GTP100
1	США (30,1%)	Китай (17,1%)	Китай (17,5%)	Китай (20,3%)	Китай (20,6%)
2	Бразилия (10,1%)	США (16,7%)	США (14,8%)	США (14,5%)	США (14,9%)
3	Россия (9,7%)	Россия (5,9%)	Россия (6,1)	Россия (5,3)	Россия (5,3%)
4	Индонезия (9,5%)	Индонезия (5,1%)	Индия (5,6%)	Индия (4,8)	Индия (4,5%)
5	Индия (5,8%)	Индия (4,9%)	Индонезия (4,7%)	Индонезия (4,4%)	Индонезия (4,5%)
6	Германия (4,5%)	Бразилия (3,9%)	Бразилия (4,4%)	Япония (3,1%)	Япония (3,3%)
7	Япония (4,5%)	Япония (3,3%)	Япония (2,7%)	Бразилия (3,0%)	Бразилия (2,7%)
8	Франция (3,1%)	Германия (2,6%)	Германия (2,2%)	Германия (2,3%)	Германия (2,4%)
9	Великобритания (3,0%)	Великобритания (1,6%)	Канада (1,5%)	Канада (1,5%)	Канада (1,5%)
10	Нигерия (2,8%)	Канада (1,6%)	Мексика (1,4%)	Великобритания (1,4%)	Великобритания (1,4%)

Источник: [17, с. 162]

Именно поэтому, мы не будем здесь рассматривать проблемы коммензурации различных парниковых газов, хотя даже ключевое значение на этой шкале, 11.700 для гидрофторуглеродов, т. е. HFC-23, не однажды было подвергнуто критике.[5] Более важным для наших целей оказывается общая картина выбросов парниковых газов. Учитывая различные метрики, можно сделать следующий обзор (таб. 2). Кроме GWP в таблице показаны результаты получены по показателю GTP (Global Temperature change Potential), который приобретает всё большую популярность. Использованы временные горизонты от 20, 50 и 100 лет.

Различия между странами по разным показателям, конечно, существуют, они даже не малые, но в принципе в таблице находятся во всех строках почти те же страны. При этом, они

[5] Дискуссию альтернативных метрик для ПГ см. например в [16], [17].

осуществляют подавляющую долю совокупных выбросов.

Системы управления природопользованием и охраной природы

Системы управления природоохраной развивались под влиянием различных факторов – исторических, культурных, политических, экономических и др. Поэтому и сложились в разных странах различные подходы к природопрользованию и к природоохране с применением различных методов и инструментов. Однако, все они могут быть сгруппированы в три основные группы методов управления охранной природы:

– административное регулирование;
– система экономических механизмов;
– формирование рыночных отношений в сфере природопользования.

Административное регулирование обосновывается на введении соответствующих нормативных стандартов и ограничений, также на прямом контроле и лицензировании процессов природопользования. Всё это направлено на определение рамок, которые производители должны соблюдать. В этой сфере, примерно, можно выделить стандарты, запреты и сертификаты и лицензии.

Экономические механизмы направлены на создание таких условий, которые сделали бы возможным для производителей заняться рациональным использованием природных ресурсов а с другой стороны предполагают введение систем платёжей за загрязнение, экологических налогов, субсидий и т. д. Экономические механизмы регулирования в конечном итоге сводятся к «парниковому» налогу. В самом начале 1990-х годов, до принятия Рамочной Конвенции ООН об изменении климата, «углеродный» налог был введен в странах Скандинавии (Швеция, Норвегия). В то время основным мотивом было снижение использования углеводородного топлива (прежде всего, импортной нефти) в экономике. Базовая налоговая ставка была принята на очень высоком уровне (50–100 долл. США/тСО2-экв). Этот опыт показал, что[6]:

- «углеродный» налог является эффективным инструментом управления спросом и пополнения бюджета, но не вносит существенных изменений в отраслевую структуру;
- «углеродный» налог в наибольшей степени подходит для регулирования большого числа гомогенных источников выбросов;
- «углеродный» налог требует исключительно точного администрирования, внесения постоянных поправок в налоговое законодательство в зависимости от экономической ситуации и приоритетов социально-экономической политики.

В России тоже применяются такие механизмы. Система платёжей за негативное воздействие на окружающую среду была внедрена в 1991 году, её целью являлось ослабление негативных последствий экономического развития. Принцип взимания платы за нанесение вреда окружающей среде закреплен в актуальном Федеральном законе "Об охране окружающей среды" (от 10 января 2002 года). И в Федеральном законе "Об охране атмосферного воздуха" (от 4 мая 1999 года) закреплен принцип платности за загрязнение окружающей природной среды, конкретно за загрязнение выбросами вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и другие виды воздействия на него. Плата за такое загрязнение взимается с природопользователей, выбрасывающих в атмосферу загрязняющие вещества от стационарных и передвижных источников. Как уже подчеркнуто, институт платы за загрязнение окружающей среды непосредственно связан с оценкой экологического ущерба, что само по себе является достаточно сложным (см. нпр. [22]).

Третья возможная система механизмов – создание рынка в сфере природопользования осуществляется через механизмы распределения прав на загрязнение, использование компенсационных платёжей, торговлю квотами на загрязнение и т. п. На основе этого опыта, были сделаны выводы [23], что механизмы рыночного регулирования показывают много существенных преимуществ: от оптимизации затрат на достижение экологических показателей до стимулирования инвестиций в повышение энергоэффективности, энергосбережение, модернизацию в качестве вынужденной меры хеджирования рыночных рисков и т. д. Необходимость развития рыночных инструментов охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности при решении задачи развития экономического регулирования регламентируется и в утвержденных Президентом Российской Федерации Основах

[6] См. [21, с. 18].

государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года (от 30 апреля 2012 года).

Конечно, эти три подхода не исключают друг друга. Они могут применяться в то же время, на различных стадиях производственного процесса. Создание рыночных отношений обосновывается на формировании рынка для единиц загрязнения, на предостановлении возможности фирмам покупать и продавать, торговать или перераспределять права на загрязнение. Чтобы рынок мог установиться, нужно первоначальное распределение разрешений на загрязнение. Разрешения распределяются между отдельными предприятиями, которые должны выполнить определённые стандарты. Последние их могут достигать инвестированием в очистные технологии, либо приобретать разрешения у тех предприятий, которые осуществили большее сокращение выбросов, чем это было предусмотрено после первоначального распределения. При планировании своей системы природоохранны каждая страна должна учитывать свою специфику, хотя существуют и определённые общие характеристики. Именно это мы и можем увидеть: в настоящее время все ведущие развитые и развивающиеся страны используют те или иные механизмы «парникового» регулирования. При этом каждая страна руководствуется, в первую очередь, собственными национальными интересами и строит собственные внутренние механизмы для корректировки направления экономического развития.

Киотский протокол и механизмы рыночного регулирования выбросов

История попыток урегулировать проблему загрязнения атмосферы на самом высоком международном уровне уже достаточно долгая. В конце 1970-х годов факты, подтверждающие возможность глобальных изменений климата, привели к Первой всемирной климатической конференции (ВКК), в 1979 году в Женеве, которая признала изменение климата серьёзной проблемой. В конце 1980-х – начале 1990-х годов проведена серия межправительственных конференций по проблемам изменения климата: Виллачская (1985 г.), Торонтская (1988 г.), Оттавская (1989 г.), Татская (1989 г.), Гаагская конференция (1989 г., принята декларация), Нордвикская (1989 г.), Каирская (1989 г., заключен договор), Бергенская (1990 г.). В 1989 году Программой ООН по окружающей среде и Всемирной метеорологической организацией создана Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК). Считается, что её первый отчёт в 1990 году подтвердил данные об изменении климата. Это стало основой для разработки Конвенции об изменении климата.

В 1990 году Вторая всемирная климатическая конференция в Женеве, проведенная на уровне министров 137 государств плюс ЕС, призвала разработать рамочный договор об изменении климата. Вторая ВКК привела и к учреждению Глобальной системы наблюдений за климатом (ГСНК). В декабре 1990 г. Генеральная Ассамблея ООН одобрила начало переговоров по заключению договора. На Саммите ООН по окружающей среде в Рио-де-Жанейро в 1992 была принята Рамочная конвенция ООН об изменении климата (РКИК, United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC). Целью Конвенции, согласно статье 2, было осуществление «стабилизации концентраций парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему». В той же статье далее утверждается, что «Такой уровень должен быть достигнут в сроки, достаточные для естественной адаптации экосистем к изменению климата, позволяющие не ставить под угрозу производство продовольствия и обеспечивающие дальнейшее экономическое развитие на устойчивой основе». При этом под изменением климата подразумевается такое изменение, которое прямо или косвенно обусловлено деятельностью человека, вызывающей изменения в составе глобальной атмосферы, и накладывается на естественные колебания климата, наблюдаемые на протяжении сопоставимых периодов времени (статья 1, пункт 2). Конвенция по сути является продолжением и расширением Монреальского протокола из 1987 г. (вступившего в силу 1 января 1989 г.) к Венской конвенции 1985 г., относящихся к защите озонового слоя.

Подписавшие РКИК страны разделились на три категории:

1. Страны Приложения I (члены ОЭСР, Организации экономического сотрудничества и развития и страны с переходной экономикой, включая страны Европейского сообщества), принявшие на себя особые обязательства по ограничению выбросов (см. табл.3);
2. Страны Приложения II (исключительно члены ОЭСР), принявшие на себя особые обязательства финансового характера по помощи развивающимся странам и странам с переходной экономикой (включая помощь в разработке и внедрении экологически чистых технологий);

3. Развивающиеся страны. Рамочная конвенция вступила в силу 21 марта 1994 года (Россия ратифицировала РКИК в ноябре 1994). Конвенция установила, что Конференция сторон конвенции (Conference of the Parties, COP) будет верховным органом, собирающимся каждый год для рассмотрения выполнения положений конвенции, принятия решений по дальнейшей разработке правил конвенции и переговоров по новым обязательствам [24].

На Конференции сторон конвенции, состоявшейся в Киото в декабре 1997 (COP-3), произошло значительное расширение конвенции, определившее юридические обязательства по сокращению выбросов, также был принят Протокол, очертивший основные правила, но не предоставивший подробностей по их применению. На Конференции сторон конвенции в Буэнос-Айресе (COP-4) в ноябре 1998 не была достигнута договорённость об осуществлении мероприятий по редуцированию выбросов парниковых газов. Причиной неудач было, прежде всего, сопротивление США. После очередного неудачного саммита, в Гааге в 2000 г. (COP-6), оказалось под вопросом достижение цели Киотского Протокола о снижении выбросов парниковых газов до 2010 г. на 8% в сравнении с уровнем их выбросов в 1990 году.

Таблица 3 – Страны Приложения I Рамочной конвенции ООН об изменении климата

Австралия	Канада	Словенияа*
Австрия	Латвия[а]	Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии
Беларусь[а]	Литва[а]	Соединённые Штаты Америки
Бельгия	Лихтенштейн*	Турция
Болгария[а]	Люксембург	Украина[а]
Венгрия[а]	Монако*	Финляндия
Германия	Нидерланды	Франция
Греция	Новая Зеландия	Хорватия[а]*
Дания	Норвегия	Чешская Республика[а]*
Европейское сообщество	Польша[а]	Швейцария
Ирландия	Португалия	Швеция
Исландия	Российская Федерацияа	Эстония[а]
Испания	Румыния[а]	Япония
Италия	Словакия[а]*	

[а]: Страны, в которых происходит процесс перехода к рыночной экономике;
*: Стороны, включенные в приложение I согласно поправке, вступившей в силу 13 августа 1998 г.
Источник: [24]

Киотский Протокол является международным соглашением, обязывающим страны-участницы сократить выбросы парниковых газов[7] на 5,2% в сравнении с уровнем выбросов в 1990 г. (табл. 4). Период подписания протокола завершился 15 марта 1999 года. Протокол подписан и ратифицирован практически всеми странами мира. По состоянию на 25 ноября 2009 его ратифицировали 192 страны. Протокол не подписали только Афганистан, Андора, Ватикан и Западная Сахара. Из Протокола вышла Канада (в 2012), а его не ратифицировали (хотя и подписали) США. Протокол вошёл в силу 16 февраля 2005 г. (для вступления его в силу была необходима ратификация государствами, на долю которых приходилось бы не менее 55% выбросов парниковых газов). Первый период осуществления протокола начался 1 января 2008 г. и продлился пять лет, до 31 декабря 2012 года. Он является первым глобальным соглашением об охране окружающей среды, основанным на рыночном механизме регулирования – механизме международной торговли квотами на выбросы парниковых газов, также других механизмов, которые будут обяснены в дальнейшем.

Киотский протокол, как дополнение Рамочной конвенции ООН об изменении климата,

[7] Приложение А Киотского протокола [25].

предусмотрел три «механизма гибкости» («flexible mechanisms»), через которые международное сообщество должно было обеспечить сокращение выбросов ПГ. Эти механизмы были разработаны на 7-й Конференции сторон РКИК (СОР-7), состоявшейся в конце 2001 года в Марракеше (Марокко), и утверждены на первой Встрече сторон Киотского протокола (МОР-1) в конце 2005 года.

Таблица 4 – Определённые количественные обязательства по ограничению или сокращению выбросов (в процентах от базового года или периода) с 2008 до 2012 года в Киотском Протоколе

Страна	%	Страна	%
Австралия	108	Новая Зеландия	100
Австрия	92	Норвегия	101
Бельгия	92	Польша	94
Болгария	92	Португалия	92
Венгрия	94	Российская Федерация	100
Германия	92	Румыния	92
Греция	92	Словакия	92
Дания	92	Словения	92
Европейское сообщество	92	Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии	92
Ирландия	92		
Исландия	110	Соединённые Штаты Америки	93
Испания	92	Украина	100
Италия	92	Финляндия	92
Канада	94	Франция	92
Латвияа	92	Хорватия	95
Литваа	92	Чешская Республика	92
Лихтенштейн	92	Швейцария	92
Люксембург	92	Швеция	92
Монако	92	Эстония	92
Нидерланды	92	Япония	94

Источник: [25]

Протокол предусматривает так называемые механизмы гибкости: торговля квотами, проекты совместного осуществления и механизмы чистого развития. Рассмотрим эти механизмы.

Механизмы чистого развития (МЧР, The Clean Development Mechanism, CDM), проекты по сокращению выбросов парниковых газов, выполняемые на территории одной из стран РКИК (обычно развивающейся), не входящей в Приложение I, полностью или частично за счёт инвестиций страны Приложения I РКИК (статья 6 КП).

Стороны, включенные в Приложение I, для которых установлены лимиты на выбросы, оказывают содействие Сторонам, не включенным в Приложение I, для которых нет ограничений на выбросы, в реализации проектов сокращения (или поглощения) выбросов ПГ. На основе достигнутых в результате указанных проектов сокращений (или поглощений), оформляются разрешения на выбросы ПГ.

Сторона, в которой реализуется проект МЧР , называется Принимающей Стороной (ПС).

Разрешением на выбросы от реализации проекта МЧР является Сертифицированное сокращение выбросов (ССВ).

Сокращение выбросов должно быть дополнительным к любым сокращениям, которые могли бы иметь место в отсутствие сертифицированного вида деятельности по проектам.

Стороны Приложения I могут использовать ССВ с целью содействия соблюдению их количественных обязательств по сокращению выбросов ПГ по Киотскому протоколу.

В результате общий лимит на выбросы ПГ Сторон Приложения I увеличивается.

МЧР предусматривает выдачу разрешений на выбросы до начала 1-ого бюджетного периода.

ССВ, достигнутые в период 2000-2007 гг. могут использоваться для обеспечения соблюдения Сторонами Приложения I обязательств в 1-ый бюджетный период.

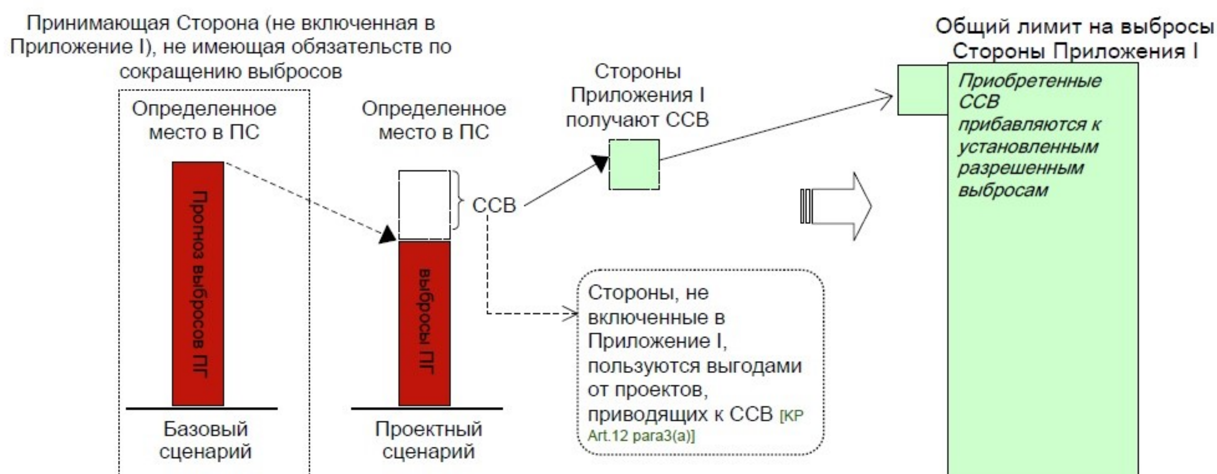


Рисунок 6 – Механизм МЧР

Источник: [26]

Проекты совместного осуществления (СО, Joint Implementation, JI), проекты по сокращению выбросов парниковых газов, выполняемые на территории одной из стран Приложения I РКИК полностью или частично за счёт инвестиций другой страны Приложения I РКИК (статья 12 КП).

Стороны, включенные в Приложение I, для которых установлены лимиты на выбросы, оказывают содействие другим Сторонам, включенным в Приложение I, в реализации проектов сокращения (или поглощения) выбросов ПГ. На основе достигнутых в результате указанных проектов сокращений (или поглощений), оформляются разрешения на выбросы ПГ.

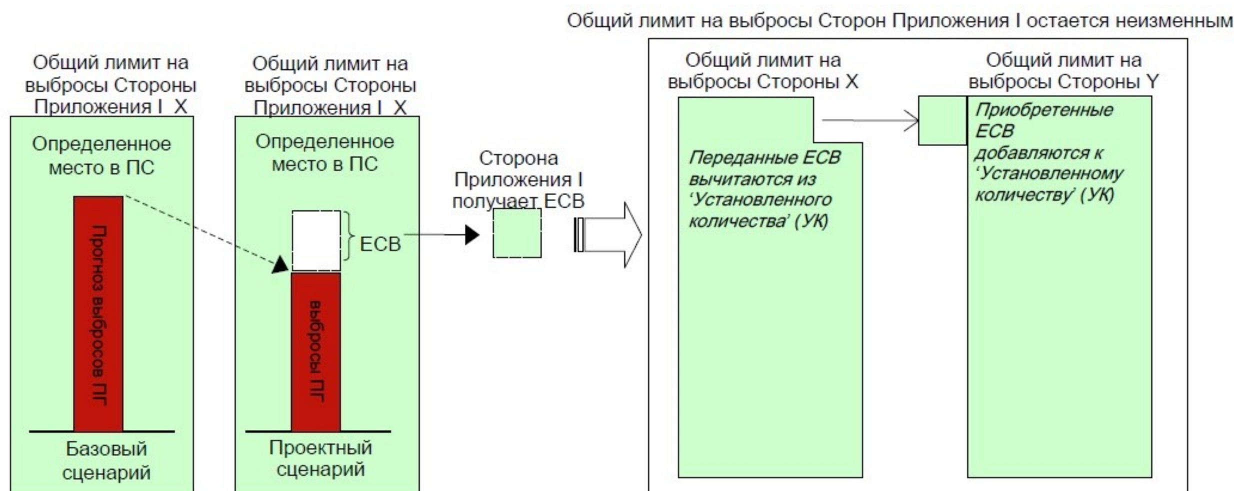


Рисунок 5 – Механизм СО

Источник: [26]

Сторона, в которой реализуется проект СО , называется Принимающей Стороной (ПС).

Разрешением на выбросы от реализации проекта СО является Единица сокращения выбросов (ЕСВ).

Любой проект СО предусматривает сокращение выбросов ПГ, или увеличение абсорбции поглотителями, дополнительное к тому, которое могло бы иметь место в ином случае.

Стороны, включенные в Приложение I, могут использовать ЕСВ с целью содействия соблюдению их количественных обязательств по сокращению выбросов ПГ по Киотскому

протоколу.

Общий лимит на выбросы Сторон Приложения I не изменяется, так как СО предусматривает передачу разрешений на выбросы между Сторонами, для обеих из которых установлены лимиты на выбросы.

ЕСВ будут оформляться и выдаваться после 2008 г.

Международная торговля квотами, или квотирование и торговля (МТКВ, International Emissions Trading, IET), при которой государства или отдельные хозяйствующие субъекты на его территории могут продавать или покупать квоты на выбросы парниковых газов на национальном, региональном или международном рынках (статья 17 КП). Механизм предусматривает продажу части лимита на выбросы одной Стороной Приложения I другой Стороне Приложения I. Оттуда следует, что общий лимит на выбросы Сторон Приложения I остаётся неизменным.

Стороны Приложения I могут торговать следующими типами квот на выбросы:

Единица установленного количества (ЕУК), общее количество ЕУК Стороны Приложения I рассчитывается от количества выбросов в базовом году и обязательств по сокращению выбросов ПГ;

Единица абсорбции (ЕА), общее количество ЕА Стороны Приложения I рассчитывается от чистого объёма поглощения ПГ в результате деятельности по облесению/лесовозобновлению (О/Л) и дополнительной деятельности, направленной на увеличение абсорбции ПГ поглотителями;

Единица сокращения выбросов (ЕСВ), от проектов СО;

Сертифицированное сокращение выбросов (ССВ), от проектов МЧР;

Временные ССВ (вССВ) и долгосрочные ССВ (дССВ), вССВ и дССВ оформляются по результатам проектной деятельности О/Л в рамках МЧР.

Минимальная торгуемая единица - 1т-СО2 -эквивалента.

Лимит выбросов ПГ Стороны Приложения I в конце 1-ого периода обязательств (бюджетного периода) выглядит следующим образом:

Лимит выбросов Стороны Приложения I = ЕУК + ЕА Приобретенные единицы от проектов СО и МЧР (ЕСВ+ССВ+вССВ+дССВ) ± Приобретенные и переданные единицы (квоты) в рамках МТКВ.

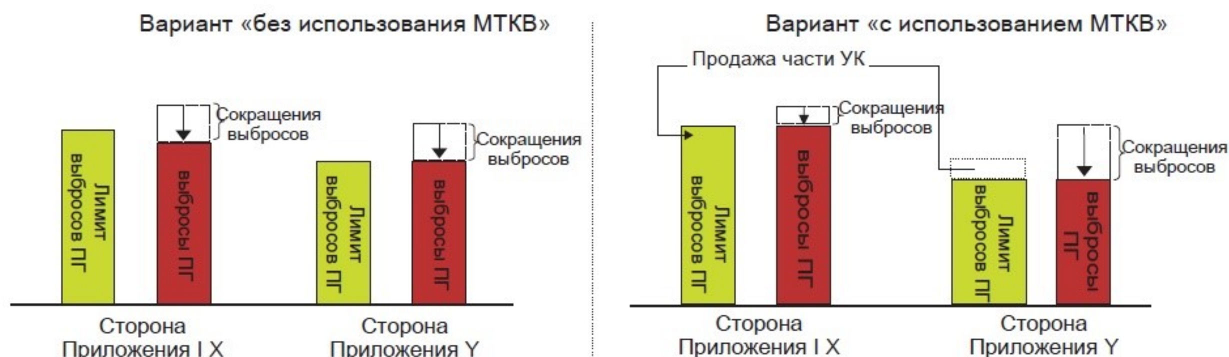


Рисунок 4 – Механизм МТКВ
Источник: [26]

Международная торговля выбросами (квотами) принадлежит к «ограничи и продай» («cap and trade») механизмам. Она включает правительство (или другой орган), ставящий «ограничение» («cap»), т. е. максимум дозволенного суммарного количества выбросов (парниковых) газов и продающий или дающий соответствующее количество позволений эмитерам. Другие два Киотских механизма, СО (JI) и МЧР (CDM), являются проектными схемами. Механизм совместного осуществления делает возможным торговлю кредитами между странами из Приложения I к РКИК (UNFCCC). Он способствует торговле между странами, включенными и не включенными в Приложение I. В случае СО проекта, только сокращения, достигнутые в период с 2008 по 2012 могут быть проданы, а не те, которые были достигнуты в предыдущие или последующие периоды. Более важным чем СО (JI) является механизм МЧР (CDM). Его схема выглядит так. Устанавливается добавочный («additional») проект в стране, не включенной в Приложение I, который сократит выбросы. Энтитет из развитой страны или правительство развитой страны, корпорация, банк или хедж-фонд приобретает разницу между выбросами с проектом и без него.

Это приобретение появляется в форме CER (Certified Emission Reduction, Сертифицированное сокращение выбросов ССВ), особого вида кредита, не квоты. CERs могут затем быть проданными, например кредит приобретён в неразвитой стране может быть превращён в разрешение за эмиссию в Европе. Такой пример возможен в рамках EU ETS (European Union Emission Trading Scheme). EU ETS открылась в 2005 г., и стала самим большим рынком парниковых газов.

Торговля загрязнением, которую устанавливает Киотский протокол, и последующая активность на международном уровне многим показались радикально новой идей. Однако такие идеи отнюдь не надо считать новыми, их можно прослеживать, хоть и в не такой явной форме, начиная с известной книги А. Пигу [27] и особенно работы Р. Коуза, с известной и влиятельной, позднее сформулированной теоремой Коуза [28].[8] Главный теоретический толчок установлению рынка выбросов внесли канадский экономист Джон Х. Дэйлз [30], [31]) для воды и американский экономист Томас Крокер [32] для воздуха. Несколькими годами позже существенный вклад в развитие идеи торговли внесли Баумоль и Оутс, доказавшие систему формально [33], и Дэвид Монтгомери [34], который доказал существование равновесия затратно эффективного рынка разрешений на загрязнение. С другой стороны, сама практика торговли выбросами тоже не является новшеством. В США торговля сулфур диоксидом (SO_2) и нитроген оксидами (NO_x) началась ещё в 1990-х годах и, несмотря на начальный скептицизм, сегодня оценивается со стороны многих как успешная [2]. Однако не все с такой оценкой согласны – Ломан подчёркивает, что такая торговля впервые была предложена ещё в 1960-е, а в течение двух следующих десятилетий она находилась в стадии подготовки к применению, дабы в течение 1990-х стала предметом ряда неудачных экспериментов. Эти попытки, наконец, увенчались успехом в Киотском протоколе, когда выдающуюся роль сыграл Эл Гор, ставший впоследствии крупным игроком на возникшем рынке [35].

В течение первого десятилетия XX века Европейский Союз перехватил инициативу и создал самый большой рынок углерода в мире – EU ETS (European Union Emissions Trading Scheme, Европейская система торговли выбросами ЕСТВ). В его рамках торговля охватывает только выбросы двуокиси углерода (CO_2) от промышленных предприятий. Первая (экспериментальная) фаза работы ЕСТВ началась 1 января 2005 г, вторая была введена в действие 1 января 2008 г., а третья началась 1 января 2013 г. В рамках ЕСТВ основные компании-источники выбросов в различных секторах экономики ЕС получили квоты (общие разрешения) на выбросы ПГ в форме коммерчески реализуемых разрешений на выбросы (ЕРВ). Этим компаниям разрешается продавать и покупать ЕРВ на рынке ЕСТВ, они также могут инвестировать в проекты, приводящие к сокращению выбросов ПГ (СО или МЧР) в других странах, а затем зачесть сокращения выбросов, достигнутые в результате данных проектов, в счёт исполнения своих обязательств.

Аналогичные схемы реализуются в странах, не ратифицировавших Киотский протокол. Например, в США в 10 северо-восточных и среднеатлантических штатах (Коннектикут, Делавэр, Мэн, Нью-Хэмпшир, Нью-Джерси, Нью-Йорк, Вермонт, Массачусетс, Род-Айленд и Мэриленд) действует так называемая Региональная инициатива по парниковым газам (РИПГ), а в 2003 г. была открыта первая Чикагская климатическая биржа. РИПГ устанавливает ограничение на выбросы диоксида углерода (CO_2) от электростанций и разрешает источникам выбросов торговать разрешениями на выбросы.

Оборот на рынках углерода на конец первого десятилетия перевесил 100 миллиардов долларов и, по прогнозам, до конца второго десятилетия уже мог бы конкурировать с рынком финансовых деривативов, пока величайшем в мире. Несмотря на уже огромные размеры этого нового рынка, надо всё-таки указать на несоответствующе малый вклад в достижение основной цели – уменьшении выбросов углерода, который был замечен в первые годы по формировании EU ETS. Как приводит Хепберн [2], ссылаясь на свою более раннюю [36] и другие работы [37], в 2005 году вклад EU ETS в уменьшение выброса был между 50 и 200 мегатонн диоксида углерода ($MtCO_2$), что отвечает глобальному редуцированию между 0,1 и 0,4 %, а в период с 2008 до 2012 он должен быть 200 $MtCO_2$ про год.

Хотя в 2011 году на конференции в Дурбане, ЮАР (COP-17) была достигнута договорённость о продлении действия Киотского протокола до 2020 года, как подчёркивают Аверченков и его соавторы [21, с. 42], развитие мирового «углеродного» рынка идёт в направлении развития национальных, региональных и субрегиональных систем регулирования, но всё-таки при

---

[8] За более широкую картину развития этих идей, и вообще экономики окружающей среды, см. [2] и особенно [29].

сохранении международного сегмента (системы РКИК ООН). Следующим этапом в этом развитии надо считать сопряжение и интеграцию рынков и систем регулирования выбросов ПГ в глобальном масштабе. До решений 18-й Конференции Сторон Рамочной Конвенции ООН об изменении климата (COP-18), в Дохе, в декабре 2012 года, углеродный рынок именно находился в ожидании завершения периода действия режима Киотского протокола и его дальнейшего распада на региональные, субрегиональные и национальные сегменты, которые в перспективе будут должны интегрироваться, конечно, уже на новой основе. Между тем решения конференции в Дохе существенно дополнили и уточнили те условия, в которых Стороны Конвенции, в том числе и Россия, будут планировать и выстраивать свою климатическую политику в течение следующих лет. Ведущая тенденция (перенос акцентов на региональные, субрегиональные и национальные точки роста систем регулирования ПГ) сохранилась. Но сохранилась и «киотская» система регулирования, которая на новом этапе будет играть уже в первую очередь роль переходной на пути к новому ожидающемуся глобальному соглашению. При этом европейская торговая система регулирования парниковых выбросов (ЕСТВ) прочно утвердилась в качестве драйвера этой переходной модели. Среди не Киотских систем уже выдвинулось несколько. Первая из них, Калифорнийская система торговли – крупнейшая независимая система, не связанная с системой Киотского протокола. По многим параметрам Калифорнийская система торговли, вероятно, станет самой передовой в мире.

Последняя Конференция по климату в Париже (COP21), посвящённая климатическим изменениям, проходила с 30 ноября по 12 декабря 2015 года. Это 21-я конференция в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата (COP 21) и 11-я – в рамках совещания сторон по Киотскому протоколу (CRP-11). Её цель – подписание международного соглашения по поддержанию увеличения средней температуры планеты на уровне ниже 2°C, применимого ко всем странам. Конференция длилась достаточно долго, и на концу был провозглашён успех, хотя трудно сказать в чём он состоит. Между прочим, соглашение не предусматривает какой-либо формы ответственности за нарушение обещаний, и в международно-правовом смысле сокращения эмиссии вообще не являются обязательными. В связи с этим и достигнутые договорённости (консенсус о нужности постепенно покидать экологически самых грязных ископаемых топлив, также и поток работ для 195 стран в проведении этого) многие считают только декларативными. Всё-таки, конференция обязала страны-участницы обнародовать свои вклады, хотя они разнообразны и с точки зрения содержания, и по времени обнародования. Страны с развитой экономикой должны были представить свои программы к 31 марта 2015, а развивающиеся до осени. Россия между первыми (31 марта 2015) объявила о намерении сократить выбросы парниковых газов с 25% до 20% к 2030 по сравнению с 1990. В данном вопросе Россия рассчитывает на свои лесные ресурсы, которые составляют 20% мирового леса.

Киотский протокол и действия России

В этом разделе мы вкратце рассмотрим активность РФ, связанную с Киотским протоколом. Автор эти проблемы более подробно осветил в предыдущих работах [38], [39] и [40]. В общем-то, позицию России трудно оценить однозначно. С одной стороны, с момента принятия Протокола Россия заметно отставала в его реализации. Одна из причин, по которой до сих пор не была разработана специальная политика и меры, состояла в том, что Россия, вероятней всего, не должна была опасаться превышения своего лимита на выбросы ПГ (или «Установленного количества»), определённого в Приложении B к Протоколу. Но с другой стороны, её углеродоёмкость ВВП больше, чем в большинстве других ведущих стран (рисунок 7).

Россия занимает одно из лидирующих мест по выбросам парниковых газов в мире. В 1990 г. эмиссии CO_2 (доля углекислого газа составляет более 90% суммарных национальных эмиссий парниковых газов, включенных в Киотский протокол) составили 2,388 млрд т или 17,4% от общих выбросов CO_2 стран, включенных в Приложение 1 Рамочной Конвенции, а этот уровень с 1990 г. для неё является базовым. В начале 1990-х годов в России произошло резкое сокращение производства, особенно промышленного, а наряду с этим и значительное сокращение суммарных выбросов парниковых газов. По данным, представленным во Втором национальном сообщении России по Рамочной конвенции, выбросы CO_2 в 1994 г. составили около 70% от уровня 1990.[9]

[9] Цитата в [42].

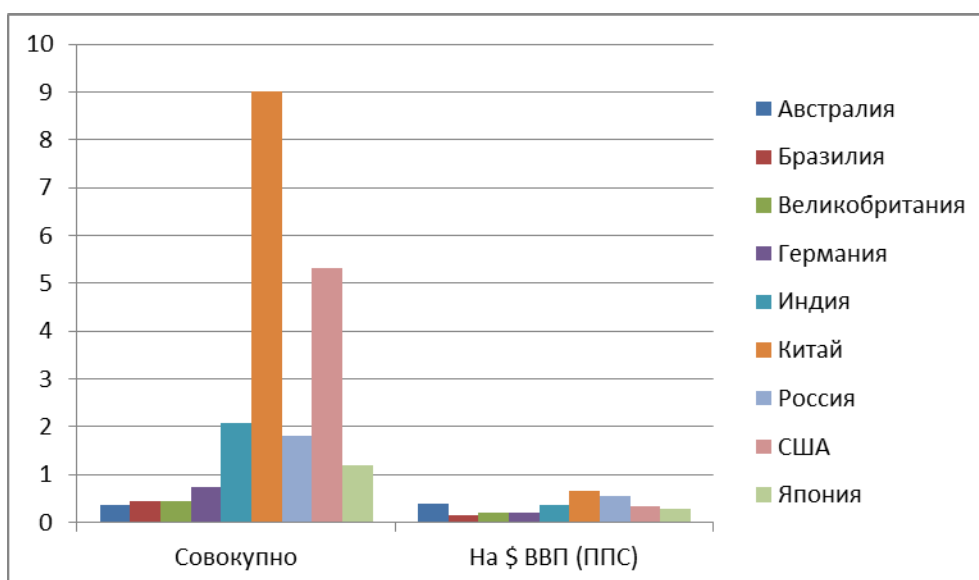


Рисунок 7 – Выбросы CO_2 совокупно (млрд т) и на $ ВВП (ППС) по ведущим странам в 2011 году
Источник: По данным [41]

Рамочную конвенцию Организации Объединённых Наций об изменении климата Россия ратифицировала 4 ноября 1994 г., обязав себя осуществлять «мероприятия по смягчению последствий изменения климата путём ограничения своих антропогенных выбросов парниковых газов и защиты и повышения качества своих абсорбентов и накопителей парниковых газов». Киотский протокол Россия ратифицировала в 2004 г. Он вступил в силу 16 февраля 2005 года.

Спустя 10 лет, как РФ ратифицировала Киотский протокол, в развитие этого соглашения в 2013 г. Указом «О сокращении выбросов парниковых газов», принятя обязаность сократить выбросы парниковых газов на 25% к 2020 году от уровня 1990 г. Чтобы выполнить столь амбициозную цель Правительство РФ совместно с экспертным сообществом активно ведёт разработку системы регулирования выбросов парниковых газов (СРВПГ). По сути, речь идёт о формировании углеродного рынка на национальном уровне, каковые уже имеют и успешно развивают многие развитые экономики мира.

К началу 2008 года на официальном сайте РКИК ООН были представлены порядка 50 проектов совместного осуществления из России. В России работают международные компании, такие как консультанты CAMCO и Global-Carbon, орган по проведению независимой экспертизы проектов по сокращению выбросов (детерминации) SGS, а также один из крупнейших покупателей квот шведский концерн Tricorona AB (Трикорона ОАО).

К 2009 году в Минэкономразвития поступило около 125 заявок от российских компаний с углеродным потенциалом в 240 млн т CO_2 – эквивалента, что в денежном выражении составляет примерно 3,5–4 млрд евро. Однако ни одна из заявок не была утверждена.

28 мая 2007 г. Правительство РФ приняло порядок утверждения и проверки хода реализации проектов СО (Постановление № 332). Согласно тому порядку (см. рис. 8) заявки на утверждение проектов для целей СО должны подаваться в специальную комиссию (Комиссия ПСО) при Министерстве экономического развития РФ (МЭР). Данная комиссия регистрирует проект и направляет пакет документов по каждому проекту СО в соответствующее профильное министерство, которое рассматривает проект и выдает заключение об отсутствии у них возражений по соответствующему проекту. Окончательное решение об утверждении проекта для целей СО принимается Комиссией ПСО, которая состоит из представителей «заинтересованных» министерств и ведомств. Письмо об утверждении по каждому проекту СО выдается Правительством РФ. Кроме того, ежегодно в Российском реестре углеродных единиц эмитируются единицы сокращения выбросов (ЕСВ) на основании отчётов о мониторинге, которые должны подаваться заявителями проектов в срок до 15 февраля каждого года. Приём заявок на утверждение проектов для целей СО начался 10 марта 2008 г.

В конце июля 2010 года Минэкономразвития утвердило первые 15 проектов совместного осуществления, сокращение выбросов при реализации данных проектов составит 30 млн т CO_2-экв., а в ноябре 2010 г. Сбербанк закончил экспертизу 58 заявок на 75,6 млн т, поданных на второй конкурс. Дальнейшая реализация этого механизма принесла больше проектов: к концу того года

приказами Минэкономразвития России в соответствии с постановлением № 843 утверждены 33 проекта СО на общий объем 59.962.993 ЕСВ в энергетическом секторе, металлургии, нефтегазовой и химической промышленности, а также в гидроэнергетике, лесопромышленном комплексе и ЖКХ. В результате реализации этих проектов СО в Российской Федерации предприятия реального сектора экономики смогли привлечь дополнительные инвестиционные ресурсы в объёме 455 млн € (за счёт выручки от продажи ЕСВ) и в целом профинансировать мероприятия по перевооружению производства на сумму свыше 2,6 млрд €. В 2011–2012 гг. в соответствии с уточненным порядком отбора, утверждения и проверки хода реализации проектов были утверждены 75 проектов СО с суммарным объёмом сокращений 213.867.664 углеродных единиц [21].

Рисунок 8 – Порядок утверждения проектов для целей СО в России
Источник: [43]

В декабре 2010 г. была осуществлена первая сделка по СО: продажа углеродных квот российской компанией. Японские компании Mitsubishi и Nippon Oil – партнёры компании «Газпромнефть» по освоению Еты-Пуровского месторождения в Ямало-Ненецком автономном округе (ЯНАО), в районе города Ноябрьска, получили квоты, образовавшиеся за счёт того, что «Газпромнефть» проложила с месторождения трубопроводы, по которым попутный газ вместо его сжигания на факеле Еты-Пуровского месторождения транспортируется на перерабатывающие мощности компании СИБУР, крупнейшего нефтехимического холдинга России, в обмен на компенсацию «Газпромнефти» в виде технологий и оборудования. «Газпромнефть» согласно проекту СО передала крупнейшему сырьевому трейдеру Японии Mitsubishi Corp. 290 тыс. единиц сокращений выбросов (ЕВС) (каждая единица соответствует 1 т CO_2), общая стоимость которых оценивается в 3,3 млн евро. Реализация проекта позволяет получить 3,1 млн ЕВС, начиная с момента ввода объекта в эксплуатацию в августе 2009 г. В качестве потенциальных покупателей ЕСВ рассматриваются все заинтересованные участники рынка. Такой позитивный опыт получил дальнейшее распространение. По данным группы исследователей [21], в последние годы в реализации российских «углеродных» проектов участвовало уже более 250 крупных отечественных компаний, представляющих достаточно широкий спектр отраслей российской экономики: топливно-энергетический и лесопромышленный комплексы, химическую промышленность, чёрную и цветную металлургию, сферу жилищно-коммунального хозяйства.В апреле 2014 Правительство утвердило план действий по реализации Указа Президента РФ от 30 сентября 2013 № 752 «О сокращении выбросов парниковых газов» к 2020 г. до уровня, не более 75% от объёма выбросов в 1990 г. Министерство экономического развития РФ разработало план,

предусматривающий развитие мониторинга и отчётности в сфере выбросов парниковых газов, а также меры по снижению выбросов парниковых газов с постепенным переходом к финансовому регулированию, которое включает введение «углеродного налога» и внутренней системы торговли углеродными единицами.

В настоящее время для Российской Федерации в отношении эмиссии ПГ рассматривается несколько сценариев развития событий [44]:

- *«Нет одной дороги в будущее»*, предполагающий неопределенность и достаточную широту прогнозных траекторий выбросов парниковых газов в первую очередь от сектора энергетики;
- *«Дорога Сизифа»* в виде траекторий с высокими уровнями роста эмиссии парниковых газов, объемы которых к 2050 г. составят 5000 млн т $CO_{2\text{-экв}}$;
- «*Зона базовой линии*», ведущая к росту выбросов в энергетическом секторе на 33–55% выше значения 1990 г;
- *«Углеродное плато»*, подразумевающий не превышение уровней эмиссии парниковых газов 1990 г. вплоть до 2060 г.;
- *«Низкоуглеродная Россия»*, для которого характерно торможение роста выбросов парниковых газов до 2030 г. и удерживание их на уровне ниже 1990 г. вплоть до 2040 г.;
- *«Низкоуглеродная Россия – агрессивная поли- тика»*, связанный с возложением Россией на себя довольно жёстких обязательств по снижению эмиссии парниковых газов на перспективу и реализация широкого спектра специальных мер для их выполнения.

Всего Минэкономразвития РФ утверждено 108 проектов, направленных на сокращение выбросов парниковых газов с совокупным углеродным потенциалом в 311,6 млн тонн CO_2-экв. Кроме этого было инициировано 156 проектов с потенциальным объёмом сокращений выбросов – свыше 386 млн тонн CO_2-экв. за период 2008–2012 гг. Таким образом, Россия выходит на лидирующее место на мировом углеродном рынке после Китая с портфелем проектов на 700 млн т CO2-экв., опережая конкурентов (Индия, Украина и др.) [21].

Приоритет должен быть отдан последним двум сценариям развития экономики страны. Это представляется возможным в результате замещения старого капитала, накопленного ещё во времена СССР, новым, инвестициями в технологии с более совершенными характеристиками энергоэффективности и углеродоемкости, соответствующими уровню III тысячелетия. Этого можно достичь путём масштабного внедрения систем экологического менеджмента.

Будучи частью общей системы корпоративного управления, экологический менеджмент обладает чёткой организационной структурой, ставя своей главной целью достижение положений, указанных в экологической политике посредством реализации программ по охране окружающей среды. Имея цикличный характер, система экологического менеджмента ориентирована на постоянное улучшение эколого-экономических показателей деятельности предприятия, в том числе и с позиций выбросов парниковых газов. В России уже имеется позитивный опыт снижения эмиссии парниковых газов (выше приведен пример компании «Газпромнефть») за счёт деятельности системы экологического менеджмента. Вступление РФ во Всемирную торговую организацию накладывает определённые обязательства по внедрению стандартов серии ИСО 14000 и ИСО 19011 и повсеместному развитию систем экологического менеджмента, что внушает определённый оптимизм относительно снижения уровней выбросов парниковых газов.

Заключение

Поиск эффективных механизмов сокращения выбросов ПГ и концентрации углерода в атмосфере считается очень важным. Новые данные IPCC [45] показывают рост этих выбросов на глобальном уровне, особенно выбросов от сжигания топлива и производства цемента, которые содействуют примерно с 68% в антропогенных выбросах: антропогенные выбросы CO_2 в атмосферу были 555 ± 85 PgC (1 PgC = 10^{15} gC) между 1750 и 2011 гг, а в этих количествах сжигание топлива и производство цемента участвовали с 375 ± 30 PgC, пока изменения в землепользовании (включая лесное хозяйство) содействовали с 180 ± 80 PgC. Атмосферная концентрация CO_2 выросла в среднем на 2.0 ± 0.1 ppm в год в течение периода с 2002 по 2011 гг. Эта десятилетняя норма роста выше чем в течение какого-либо предшествующего десятилетия, с времён прямого измерения атмосферной концентрации, начавшегося в 1958 году. Учитывая это, можно ставить вопросы – удовлетворительны ли выбранные в Киотском протоколе механизмы, т. е. смогут ли они сделать вклад в осуществление провозглашенной цели, сокращении выбросов ПГ.

Этому вопросу посвящён другой доклад [46], и он здесь не будет рассматриваться.

Эта проблема и усилия являются очень важными и для РФ. Важное влияние имеют нормативный документ влияющий на сокращение выбросов парниковых газов. Пока ситуация в РФ сложилась такой, что действуют только четыре станций наблюдений за содержанием парниковых газов, что указывает на одно из срочных направлений действий. Всё-таки, как сторона в Рамочной Конвенции Объединённых Наций по изменению климата (UNFCCC) и её Киотского протокола, начиная с 2006 РФ регулярно подготавливает и отправляет национальный документ по выбросам ПГ, начиная с первой подготовленной и отправленной в 2007 [47]. Всё это делает возможным усовершенствование этого нормативного документа ПГ, см. например [48].

Таблица 5 – Методы государственного регулирования выбросов ПГ

Политика и меры	Объект регулирования и источник выбросов
Система абсолютного ограничения и торговли выбросами (сочетание квот на выбросы торговли выбросами)	Крупные и средние источники выбросов, группы небольших источников выбросов, находящихся под контролем предприятий или компаний
Установление технологических норм (стандартов технических характеристик)	Единичные объекты и установки, такие как транспортные средства (автомобили, водный транспорт, поезда, самолеты, трубопроводы, сельскохозяйственная, строительная и прочая техника энергопотребляющие и энергогенерирующие установки)
Тарифы и налоги	Нацелены на экономию топлива и энергии в малом бизнесе и коммунальном секторе
Политика земле- и лесопользования	Защита и увеличение природных поглотителей и резервуаров углерода. Предотвращение незаконной вырубки леса, внедрение маркировки лесоматериалов, совершенствование технических норм земле- и лесопользования, реформа земельного и лесного законодательства, раннее обнаружение и тушение лесных пожаров, лесонасаждение, лесовосстановление, рекультивация
Инвестиционная политика	Поддержка инвестиций в технологическую модернизацию коммунального сектора, снижение расхода топлива и потерь в процессе производства и распределения энергии, организация удаления и обработки бытовых отходов, улавливание попутного газа и метана угольных шахт, а также инвестиций в улучшение земле- и лесопользования

Источник: [43]

С другой стороны, не надо пренебрегать и возможностями депонирования и утилизации (поглощения), сколь бы малыми они ни казались. Концентрации CO_2 в атмосфере могут быть снижены либо за счёт сокращения выбросов, либо за счёт изъятия CO_2 из атмосферы и последовательного его хранения в земельных, океанических или пресных водных экосистемах. В качестве поглотителей атмосферного углерода могут выступить растительная биомасса и органические вещества в почвах, поглощающие парниковые газы из атмосферы. Сам этот процесс поглощения осуществляется естественным образом во время фотосинтеза, при этом часть CO_2 удерживается и секвестрируется или хранится в виде углерода в почве. Долгосрочный перевод лугов и лесов в сельскохозяйственные угодья привёл к потерям почвенного углерода во всём мире. Тем не менее существует огромный потенциал увеличения содержания углерода в почве за счёт восстановления деградированных почв и широкого применения сберегающих технологий. Многие исследователи считают, что сельское хозяйство может стать крупнейшим поглотителем CO_2 при внедрении соответствующих технологий.

Поглотитель углерода – своего рода резервуар, способный впитывать («секвестрировать») CO2 из атмосферы, лесов, почвы, торфяников, многолетнемёрзлых пород, вод океанов и карбонатных отложений на океаническом дне. Основная часть этих поглотителей являются очень большими и очень медленно двигающимися, причём человеческое влияние на них ограничено. Наиболее распространенная форма поглощения углерода – леса. Растения и деревья поглощают CO2 из атмосферы через фотосинтез, удерживают углерод для создания тканей растений и выделяют кислород обратно в атмосферу.Помимо того, что сельское хозяйство является генератором парниковых газов, оно имеет большой потенциал удерживать или хранить большие количества углерода и других парниковых газов в почве. Действия, направленные на увеличение

накопления в ней углерода, включают посадку деревьев, переход от традиционных технологий земледелия к сберегающим, использование усовершенствованных систем земледелия, переход на использование многолетних культур и восстановление заболоченных участков. Ясно, что сберегающее земледелие и более эффективный подход к менеджменту растительных остатков имеют наибольший потенциал секвестрации углерода в сельскохозяйственных почвах. Возможность секвестрации углерода в сельскохозяйственных почвах представляет значительный интерес и для научного сообщества, и для политиков.

Имея в виду огромные российские пространства под лесами, кажется, что здесь лежат её неисчерпаемые перспективы здорового, устойчивого развития. С одной стороны, леса являются сырьём для промышленности и других отраслей, также и топливом, но с другой стороны, они играют великую роль в сохранении определённого климата, поддержании водного режима, очистке воздушного бассейна и т. п. Один га леса ежегодно поглощает 4,5–6 т углекислого газа, 30–50 т пыли и выделяет 3–5 т кислорода. Конечно, все эти леса надо охранять и рационально употреблять. Особую важность в этом имеют оценки биологической продуктивности лесов и депонирования углерода в них, как это показывают, между прочим, эксперты Уральского государственного лесотехнического университета, см. например [49].

Помимо установления технических нормативов и котировки в рамках существующих механизмов, Правительство РФ также может предусмотреть налоговые и тарифные стимулы для сокращения выбросов ПГ, улучшения практики землепользования и ведения лесного хозяйства, а также для инвестиций в рамках гибких механизмов, предусмотренных Киотским протоколом. В таблице 5 обобщены возможные методы государственного регулирования выбросов ПГ в России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Meadows, Donella H.; Dennis L. Meadows, Jørgen Randers, and William W. Behrens III. The Limits to Growth, New York: Universe Books, 1972, 205 pp.
2. Hepburn, Cameron. Carbon Trading: A Review of the Kyoto Mechanisms, Annual Review of Environment and Resources, Vol. 32, 2007, pp. 375–393.
3. Gwynne Peter. The Cooling World, Newsweek, April 28, 1975, p. 64.
4. Peterson, Thomas C.; William M. Connolley, John Fleck. The Myth of the 1970s Global Cooling Scientific Consensus, Bulletin of the American Meteorological Society, Vol. 89. 2008. № 9. pp. 1325–1337.
5. Klaus, Václav. Blue Planet in Green Shackles. What Is Endangered: Climate or Freedom, Washington: Competitive Enterprise Institute, 2008.
6. Stern, N. H., Peters S. V. Bakhshi, A. Bowen, C. Cameron, S. Catovsky, D. Crane, S. Cruickshank, S. Dietz, N. Edmonson, S.-L. Wanjie, D. Zenghelis. Stern Review: The Economics of Climate Change, Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2006.
7. Пляскина, Н. И. Формирование рыночных отношений в сфере природопользования и тенденции развития энергетической политики в условиях реализации Киотского протокола, Вестник Новосибирского государственного университета. Серия Социально-экономические науки, Т. 5, 2005 № 1. С. 24–40.
8. Anderegg W. R. L., James W. Prall, Jacob Harold, and Stephen H. Schneider. Export Credibility in Climate Change, PNAS, 107, 2010, 27, pp. 12107– 12109.
9. Doran, Peter T. & Maggie Kendall Zimmerman. Examining the Scientists Consensus on Climate Change, EOS Transaction American Geophysical Union, Vol. 90. 2009. № 3, pp. 22–23.
10. Farnsworth, Stephen J. & Robert Lichter. The Structure of Scientific Opinion on Climate Change, International Journal of Public Opinion Research, Vol. 24. 2012. № 1. pp. 93–103.
11. Cook John, Dana Nuccitelli, Sarah A. Green, Mark Richardson, Barbel Winkler, Rob Painting, Robert Way, Peter Jacobs and Andrew Skuce. Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature, Environmental Research Letters, Vol. 8. 2013. № 2. pp. 1–7.
12. Bray, Dennis & Hans von Storch. "Prediction" or «Projection»? : The Nomenclature of Climate Science, Science Communication, Vol. 30, 2009, № 4, pp. 534– 543.
13. Surveys on scientists’ views on climate change, http://en.wikipedia.org/wiki/Surveys_of_scientists'_views_on_climate_change
14. Lashof, Daniel A. and Dilip R. Ahuja. Relative contributions of greenhouse gas emissions to global warming, Nature, 344, 1990, № 6266, pp. 529–531.

15. Houghton, J. T., L. G. Meira Filho, B. A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg, K. Maskell (eds.) Climate change, 1995: The science of climate change, Cambridge: Cambridge University Press, 1996.

16. Strefler, Jessica; Gunnar Luderer, Tino Aboumahboub and Elmar Kriegler. Economic impacts of alternative greenhouse gas emission metrics: a model-based assessment, Climatic Change, Vol. 125. 2014, № 3–4. pp. 319–331.

17. Aamaas B., Peters G.P., Fuglestvedt J. S. Simple emission metrics for climate impacts, Earth System Dynamics, 4, 2013, № 1, 145–170.

18. Fourier, Joseph. Mémoire sur les températures du globe terrestre et des espaces planétaires p.97–125, Mémoires de l'Académie royale des sciences de l'Institut de France, t. VII, p.570 à 604. Paris, Didot; 1827.

19. Arrhenius, Svante. On the Influence of Carbonic Acid in the Air Upon the Temperature of the Ground, Philosophical Magazine and Journal Science, Series 5, Volume 41, pp. 237–276.

20. Парниковый эффект, http://climaterussia.ru/Media/Default/novosti/2016/%D0%98%D1%8E%D0%BD%D1%8C/%D1%8D%D1%84%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82%201.jpg

21. Аверченков, А. А., Галенович А. Ю., Сафонов Г. В., Федоров Ю. Н. Регулирование выбросов парниковых газов как фактор повышения конкурентоспособности России, Москва: НОППГУ, 2013.

22. Логачев, Р. А. Рыночные механизмы регулирования выбросов парниковых газов, Экономические науки, 2012, № 08 (93), с. 20–23.

23. Chen, Tihsu and Chung-Li Tseng. Inducing Clean Technology in the Electricity Sector: Tradable Permits or Carbon Tax Policies?, The Energy Journal, Vol. 32. 2011. № 3. pp. 149–174.

24. Организация Объединённых наций. Рамочная конвенция Организации Объединённых наций об изменении климата, Нью-Йорк, 1992.

25. Организация Объединённых наций. Киотский Протокол к Рамочной конвенции Организации Объединённых наций об изменении климата, Нью-Йорк, 1998.

26. Механизм Чистого Развития и Совместного Осуществления в схемах, Версия 5.0, Министерство охраны окружающей среды, Tokyo, 2006, http://www.ncsf.ru/files/publications/9_mhrco.pdf

27. Pigou, Arthur Cecil. The Economics of Welfare, London: Macmillan, 1920.

28. Coase, Ronald H. The problem of social cost, Journal of Law and Economics, 1960. № 1. pp. 1–44.

29. Pearce, David. An Intelectual History of Environmental Economics, Annual Review of Energy and the Environment, Vol. 27. 2002. pp. 57–81.

30. Dales, John H. Land, water, and ownership, Canadian Journal of Economics, № 1. 1968. № 4. 791–804.

31. Dales, John H. Pollution, property and prices: An essay in policy-making and economics, University of Toronto Press, Toronto, Canada, 1968.

32. Crocker. Thomas D. The Structure of Atmospheric Pollution Control Systems. In: The Economics of Air Pollution, edited by H. Wolozin, pp. 61–86. New York: W. W. Norton and Co., 1966.

33. Baumol, William J. and Wallace E. Oates. The Use of Standards and Prices for Protection of the Environment, Swedish Journal of Economics, 73, 1971. № 1. pp. 42–54.

34. Montgomery, W. David. Markets in Licenses and Efficient Pollution Control Programs, Journal of Economic Theory, 5. 1972. № 3. pp. 395–418.

35. Lohmann, Larry. Neoliberalism and the Calculable World: the Rise of Carbon Trading, in: Birch, Kean & Vlad Mykhnenko. The Rise and Fall of Neoliberalism, London and New York: Zed Books, 2010. pp. 77–93.

36. Hepburn, Cameron. Regulating by prices, quantities or both: an update and an overview, Oxford Review of Economic Policy, Vol. 22, 2006, № 2, 226–247.

37. Ellerman, A. Denny & Barbara K. Buchner. Over-allocation or abatement? A preliminary analysis of the EU Emissions Trading Scheme based on the 2005-06 emissions data, Regulatory Policy Program Working Paper RPP-2007-03. Cambridge, MA: Mossavar-Rahmani Center for Business and Government, John F. Kennedy School of Government, Harvard University, 2007.

38. Bukvić, Rajko M., Marina A. Kartavykh & Vladimir Ya. Zakharov. Mechanisms and Projects for Reducing Greenhouse Gases in Russia, The Environment, Vol. 2, 2014, № 2, pp. 55–66.

39. Буквич, Р. М.; М. П. Воронов, В. П. Часовских. Киотский протокол и активность России: механизмы сокращения выбросов парниковых газов, Эко-потенциал, 2015. № 2 (10). С. 45–58.

40. Буквич, Райко М. Рыночные механизмы сокращения выбросов парниковых газов, активности и перспективы России, Вестник НГИЭИ. Серия Экономические науки, год 6, 2015, № 9 (52), с. 23–38.

41. IndexMundi - Country Facts, www.indexmundi.com

42. Сафонов, Г. В. Перспективы участия России в международной торговле квотами на выбросы в атмосферу «парниковых» газов, Экономический журнал ВШЭ, Т. 4. 2000. № 3. С. 349–368.

43. Юлкин, М. А. Участие российского бизнесса в Киотском процессе, 2009. http://ccgs.ru/publications/articles/_download/Participation_of_Russian_business_rus.pdf.

44. Башмаков, И. А. и А. Д. Мышак. Факторы, определяющие выбросы парниковых газов в секторе «Энергетика» России: 1990–2050, Москва: ЦЭНЭФ, 2013.

45. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P. M. Midgley (eds.)]. Cambridge: Cambridge University Press, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013.

46. Буквић, Р. М. Загађивање атмосфере и механизми Кјотског протокола: да ли је тржиште универзално решење?, Zbornik radova sa naučnog skupa Globalizacija i kultura, Beograd: Institut društvenih nauka – Centar za ekonomska istraživanja, 2015, str. 189–197.

47. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов не регулируемых Монреальским протоколом за 1990–2006 гг., Москва, 2007.

48. Uvarova, N. E.; V. V. Kuzovkin, S. G. Paramonov, M. L. Gytarsky. The improvement of greenhouse gas inventory as a tool for reduction emission uncertainties for operations with oil in the Russian Federation, Climatic Change, 124, 3, pp. 535–544.

49. Воронов, М. П., В. А. Усольцев, В. П. Часовских. Исследование методов и разработка информационной системы определения и картирования депонируемого лесами углерода в среде Natural, Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический университет, 2010.

GREENHOUSE EFFECT AND MECHANISMS OF KYOTO PROTOCOL

Rajko M. Bukvić, PhD in economics, principal research fellow, head of the Regional Geography Department, Geographical Institute „Jovan Cvijić” SASA, Belgrade (Serbia); Honorary Professor, Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics, Knyaginino (Russia)
E-mail: r.bukvic@mail.ru
Dragan R. Petrović, PhD in geography, PhD in History, senior research associate, Institute for International Politics and Economy, Belgrade (Serbia)
E-mail: drdraganpetrovic83@gmail.com

Abstract. This article considers the problem of greenhouse gas (GHG) emissions, and its reduction. Emissions of the GHG are observed as one of the main anthropogenic causes of the increasing carbon concentration in the atmosphere, and consequently the global climate change. Until the Industrial Revolution, the emission of greenhouse gases into the atmosphere amounted to 300 gigatonnes of carbon. The fight against atmosphere pollution goes in three directions: administrative regulations, a system of economic mechanisms and market relations building. In the second half of the XX century many schemes for involving the market mechanism in solving these problems were proposed. These efforts especially increased in the last decade of XX century and finally the Kyoto Protocol 1997 supported many flexible mechanisms (trade of quotas – cap and trade, joint implementation projects and clean development mechanisms), as a solution to these problems, which was explained in 2001 in Marrakesh. In spite of all these efforts, during the first period of its implementation (2008– 2012) the emissions of carbon increased. Today, the world «carbon» market is moving to the development of national, regional and subregional regulation systems while keeping its international level (system UNFCCC). The Doha Conference held in 2012 precised the conditions upon which the convention parties would define its climate policies in the next years. The leading tendency (transition to regional, subregional and national regulation systems) was maintained, as well as the «Kyoto» system, which in the new stage would play a transitional role on the road to a new expected global agreement.

Keywords: greenhouse effect, greenhouse gases (GHG), anthropogenic impact, the Kyoto Protocol, carbon markets, flexible mechanisms

REFERENCES

1. Meadows, Donella H.; Dennis L. Meadows, Jørgen Randers, and William W. Behrens III. The Limits to Growth, New York: Universe Books, 1972, 205 pp.
2. Hepburn, Cameron. Carbon Trading: A Review of the Kyoto Mechanisms, Annual Review of Environment and Resources, Vol. 32, 2007, pp. 375–393.
3. Gwynne Peter. The Cooling World, Newsweek, April 28, 1975, p. 64.
4. Peterson, Thomas C.; William M. Connolley, John Fleck. The Myth of the 1970s Global Cooling Scientific Consensus, Bulletin of the American Meteorological Society, Vol. 89. 2008. № 9. pp. 1325–1337.
5. Klaus, Václav. Blue Planet in Green Shackles. What Is Endangered: Climate or Freedom, Washington: Competitive Enterprise Institute, 2008.
6. Stern, N. H., Peters S. V. Bakhshi, A. Bowen, C. Cameron, S. Catovsky, D. Crane, S. Cruickshank, S. Dietz, N. Edmonson, S.-L. Wanjie, D. Zenghelis. Stern Review: The Economics of Climate Change, Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2006.
7. Plyaskina, N. I. Formirovanie rynochnykh otnosheniy v sfere prirodopolzovaniya i tendentsii razvitiya energeticheskoy politiki v usloviyakh realizatsii Kiotskogo protokola, Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Sotsialno-ekonomicheskie nauki, T. 5, 2005 № 1. S. 24–40.
8. Anderegg W. R. L., James W. Prall, Jacob Harold, and Stephen H. Schneider. Export Credibility in Climate Change, PNAS, 107, 2010, 27, pp. 12107– 12109.
9. Doran, Peter T. & Maggie Kendall Zimmerman. Examining the Scientists Consensus on Climate Change, EOS Transaction American Geophysical Union, Vol. 90. 2009. № 3, pp. 22–23.
10. Farnsworth, Stephen J. & Robert Lichter. The Structure of Scientific Opinion on Climate Change, International Journal of Public Opinion Research, Vol. 24. 2012. № 1. pp. 93–103.
11. Cook John, Dana Nuccitelli, Sarah A. Green, Mark Richardson, Barbel Winkler, Rob Painting, Robert Way, Peter Jacobs and Andrew Skuce. Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature, Environmental Research Letters, Vol. 8. 2013. № 2. pp. 1–7.
12. Bray, Dennis & Hans von Storch. "Prediction" or «Projection»? : The Nomenclature of Climate Science, Science Communication, Vol. 30, 2009, № 4, pp. 534– 543.
13. Surveys on scientists' views on climate change, http://en.wikipedia.org/wiki/Surveys_of_scientists'_views_on_climate_change
14. Lashof, Daniel A. and Dilip R. Ahuja. Relative contributions of greenhouse gas emissions to global warming, Nature, 344, 1990, № 6266, pp. 529–531.
15. Houghton, J. T., L. G. Meira Filho, B. A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg, K. Maskell (eds.) Climate change, 1995: The science of climate change, Cambridge: Cambridge University Press, 1996.
16. Strefler, Jessica; Gunnar Luderer, Tino Aboumahboub and Elmar Kriegler. Economic impacts of alternative greenhouse gas emission metrics: a model-based assessment, Climatic Change, Vol. 125. 2014, № 3–4. pp. 319–331.
17. Aamaas B., Peters G.P., Fuglestvedt J. S. Simple emission metrics for climate impacts, Earth System Dynamics, 4, 2013, № 1, 145–170.
18. Fourier, Joseph. Mémoire sur les températures du globe terrestre et des espaces planétaires p.97–125, Mémoires de l'Académie royale des sciences de l'Institut de France, t. VII, p.570 à 604. Paris, Didot; 1827.
19. Arrhenius, Svante. On the Influence of Carbonic Acid in the Air Upon the Temperature of the Ground, Philosophical Magazine and Journal Science, Series 5, Volume 41, pp. 237–276.
20. Parnikovyy effekt, http://climaterussia.ru/Media/Default/novosti/2016/%D0%98%D1%8E%D0%BD%D1%8C/%D1%8D%D1%84%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82%201.jpg
21. Averchenkov, A. A., Galenovich A. Yu., Safonov G. V., Fedorov Yu. N. Regulirovanie vybrosov parnikovykh gazov kak faktor povysheniya konkurentosposobnosti Rossii, Moskva: NOPPPU, 2013.
22. Logachev, R. A. Rynochnye mekhanizmy regulirovaniya vybrosov parnikovykh gazov, Ekonomicheskie nauki, 2012, № 08 (93), s. 20–23.
23. Chen, Tihsu and Chung-Li Tseng. Inducing Clean Technology in the Electricity Sector: Tradable Permits or Carbon Tax Policies?, The Energy Journal, Vol. 32. 2011. № 3. pp. 149–174.

24. Organizatsiya Obedinennykh natsiy. Ramochnaya konventsiya Organizatsii Obedinennykh natsiy ob izmenenii klimata, New-York, 1992.

25. Organizatsiya Obedinennykh natsiy. Kiotskiy Protokol k Ramochnoy konventsii Organizatsii Obedinennykh natsiy ob izmenenii klimata, New-York, 1998.

26. Mekhanizm Chistogo Razvitiya i Sovmestnogo Osuschestvleniya v skhemakh, Versiya 5.0, Ministerstvo okhrany okruzhayuschey sredy, Tokyo, 2006, http://www.ncsf.ru/files/publications/9_mhrco.pdf

27. Pigou, Arthur Cecil. The Economics of Welfare, London: Macmillan, 1920.

28. Coase, Ronald H. The problem of social cost, Journal of Law and Economics, 1960. № 1. pp. 1–44.

29. Pearce, David. An Intelectual History of Environmental Economics, Annual Review of Energy and the Environment, Vol. 27. 2002. pp. 57–81.

30. Dales, John H. Land, water, and ownership, Canadian Journal of Economics, № 1. 1968(a). № 4. 791– 804.

31. Dales, John H. Pollution, property and prices: An essay in policy-making and economics, University of Toronto Press, Toronto, Canada, 1968.(b)

32. Crocker. Thomas D. The Structure of Atmospheric Pollution Control Systems. In: The Economics of Air Pollution, edited by H. Wolozin, pp. 61–86. New York: W. W. Norton and Co., 1966.

33. Baumol, William J. and Wallace E. Oates. The Use of Standards and Prices for Protection of the Environment, Swedish Journal of Economics, 73, 1971. № 1. pp. 42–54.

34. Montgomery, W. David. Markets in Licenses and Efficient Pollution Control Programs, Journal of Economic Theory, 5. 1972. № 3. pp. 395–418.

35. Lohmann, Larry. Neoliberalism and the Calculable World: the Rise of Carbon Trading, in: Birch, Kean & Vlad Mykhnenko. The Rise and Fall of Neoliberalism, London and New York: Zed Books, 2010. pp. 77–93.

36. Hepburn, Cameron. Regulating by prices, quantities or both: an update and an overview, Oxford Review of Economic Policy, Vol. 22, 2006, № 2, 226–247.

37. Ellerman, A. Denny & Barbara K. Buchner. Over-allocation or abatement? A preliminary analysis of the EU Emissions Trading Scheme based on the 2005-06 emissions data, Regulatory Policy Program Working Paper RPP-2007-03. Cambridge, MA: Mossavar-Rahmani Center for Business and Government, John F. Kennedy School of Government, Harvard University, 2007.

38. Bukvić, Rajko M., Marina A. Kartavykh & Vladimir Ya. Zakharov. Mechanisms and Projects for Reducing Greenhouse Gases in Russia, The Environment, Vol. 2, 2014, № 2, pp. 55–66.

39. Bukvich, R. M.; M. P. Voronov, V. P. Chasovskikh. Kiotskiy protokol i aktivnost Rossii: mekhanizmy sokrascheniya vybrosov parnikovykh gazov, Eko-potentsial, 2015. № 2 (10). S. 45–58.

40. Bukvich, Rayko M. Rynochnye mekhanizmy sokrascheniya vybrosov parnikovykh gazov, aktivnosti i perspektivy Rossii, Vestnik NGIEI. Seriya Ekonomicheskie nauki, god 6, 2015, № 9 (52), S. 23–38.

41. IndexMundi - Country Facts, www.indexmundi.com

42. Safonov, G. V. Perspektivy uchastiya Rossii v mezhdunarodnoy torgovle kvotami na vybrosy v atmosferu «parnikovykh» gazov, Ekonomicheskiy zhurnal VSHE, T. 4. 2000. № 3. S. 349–368.

43. Yulkin, M. A. Uchastie rossiyskogo biznessa v Kiotskom protsesse, 2009. http://ccgs.ru/publications/articles/_download/Participation_of_Russian_business_rus.pdf.

44. Bashmakov, I. A. i Myshak, A. D. Faktory, opredelyayuschie vybrosy parnikovykh gazov v sektore «Energetika» Rossii: 1990–2050, Moskva: TSENEF, 2013.

45. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P. M. Midgley (eds.)]. Cambridge: Cambridge University Press, United Kingdom and New York, NY, USA, 2013.

46. Bukvić, R. M. Zagađivanje atmosfere i mehanizmi Kjotskog protokola: da li je tržište univerzalno rešenje?, Zbornik radova sa naučnog skupa Globalizacija i kultura, Beograd: Institut društvenih nauka – Centar za ekonomska istraživanja, 2015, str. 189–197.

47. Federalnaya sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayuschey sredy (Rosgidromet), Natsionalnyy doklad o kadastre antropogennykh vybrosov iz istochnikov i absorbtsii poglotitelyami parnikovykh gazov ne reguliruemykh Monrealskim protokolom za 1990–2006 gg., Moskva, 2007.

48. Uvarova, N.E.; V.V. Kuzovkin, S.G. Paramonov, M.L. Gytarsky. The improvement of greenhouse gas inventory as a tool for reduction emission uncertainties for operations with oil in the Russian Federation, Climatic Change, 124, 3, pp. 535–544.

49. Voronov, M. P., V. A. Usoltsev, V. P. Chasovskikh. Issledovanie metodov i razrabotka informatsionnoy sistemy opredeleniya i kartirovaniya deponiruemogo lesami ugleroda v srede Natural, Ekaterinburg: Uralskiy gosudarstvennyy lesotekhnicheskiy universitet, 2010.